

자생식물 추출물을 첨가하여 개발된 저장용기의 김치 저장 중 미생물과 관능적 특성의 변화

Changes in Microbial Properties and Sensory Characteristics during the Storage of Kimchi in Containers with Native Plant Extracts

우나리아*, 이혜란**, 고성희***

호서대학교 식품공학과*, 배화여자대학교 식품영양학과**, 성신여자대학교 식품영양학과***

Nariyah Woo(woonari@hoseo.edu)*, Hye-Ran Lee(hrlee@baewha.ac.kr)**,
Seonghee Ko(kosh0220@sungshin.ac.kr)***

요약

본 연구는 자생식물 추출물을 첨가하여 개발된 항균용기(KAPP)에 저장된 김치의 발효 및 품질특성을 비교하였다. 실험에 사용된 저장용기는 개발된 항균용기(KAPP)와 기존 시판 용기인 폴리프로필렌 용기(KPP), 스테인레스 스틸 용기(KST), 포세린 용기(KPC)로 총 4가지를 사용하였다. 김치를 저장하는 동안 총균수의 증가와 감소는 4가지 용기 모두 비슷했으나 KAPP의 경우 가장 낮은 증가를 보였고, 대장균의 경우에는 저장 15일 이후부터 50일까지 가장 낮은 수준을 유지하는 것으로 나타났다. *Leuconostoc* spp. 과 *Lactobacillus* spp.는 저장 15일까지 모든 실험군에서 급격한 증가를 보인 후 감소하는 경향을 나타내었으나 특히 KAPP 용기에 저장된 김치는 나머지 3가지 저장 용기에 비해 높은 수준을 유지하는 것으로 측정되었다. 저장 40일의 김치를 관능 검사한 결과 KAPP 용기에 저장된 김치가 시판 KPP, KST, KPC 용기의 김치에 비하여 전반적으로 외관, 냄새, 맛 및 전반적인 기호도 항목에서 관능적인 점수가 높았다. 이를 통해 자생식물의 추출물을 첨가하여 개발한 항균용기가 시판 3가지 저장 용기와 비교했을 때 젖산발효에 효과적임을 확인하였으며 관능적인 면에서도 우수함을 확인하였다.

■ 중심어 : 김치 | 저장 | 미생물 특성 | 항균 용기 | 김치 발효 | 관능적 특성 |

Abstract

This study was conducted to investigate the quality characteristics of Kimchi during fermentation and storage according to containers with native plant extract. The containers used in the experiment were antimicrobial polypropylene containers(KAPP) developed with the addition of native plant extracts, and it was tested by comparing the microbial changes and sensory characteristics of the existing commercial containers, such as polypropylene containers(KPP), stainless steel containers(KST), and porcelain containers(KPC). Change in total microbial cell were similar for each container. Coliform maintained the lowest level from 15 days after storage to 50 days. *Leuconostoc* spp. and *Lactobacillus* spp. showed a rapid increase in all four storage containers until the 15th day of storage and then decreased. The KAPP container maintained its highest level. The sensory evaluation was carried out on Kimchi optimal condition(storage 40 days). The sensory scores of KAPP were generally higher than those of other experimental samples in characteristics of appearance, odor, taste and overall preference. As a result, KAPP container has an excellent antibacterial effect as compared with the three commercially available storage containers, is effective for fermentation of lactic acid.

■ keyword : Storage | Microbial Properties | Antimicrobial Container | Fermentation of Kimchi | Sensory Evaluation |

1. 서론

김치는 우리나라의 대표적인 전통 채소 발효 식품으로서 배추나 무 등을 주원료로 하여 다양한 부재료와 양념을 혼합하고 저온에서 발효시킨 채소 절임 식품의 일종으로서 식이섬유는 물론 비타민, 무기질, 유기산 등이 풍부한 식품으로 알려져 있다[1-3].

이처럼 김치는 밥을 주식으로 하는 우리 조상들에게 맛과 영양상 조화를 이루고, 채소류가 재배되지 않는 긴 겨울을 대비하는 수단으로 12~3월의 긴 겨울에 먹을 수 있는 귀중한 식물성 식품의 공급원이자 겨울 한철의 소중한 양식이었다[3][4] 김치는 단기간에 발효와 숙성이 진행되면서 풍미가 변화하는 특성을 갖는다. 특히 발효, 숙성되면서 풍미는 저하되는데, 그러므로 김치의 풍미 변화를 최소화하기 위해서 김치의 발효 속도 및 저장성에 관한 연구들이 많이 진행되었다[5][6]. 이러한 김치의 풍미 변화는 발효 숙성과정에서의 pH, 산도, 환원당 등의 이화학적 변화와 미생물학적 변화에 기인하며, 이러한 변화를 통해서 김치의 숙성도를 알 수 있다. 김치의 적숙기는 발효 정도와 관계가 있고 발효 온도와 발효시간에 따라 관여하는 균이 달라지며 발효양상과 김치의 맛도 담그는 방법과 발효 온도와 저장 온도에 따라 더 영향을 받는다고 보고 하였다[7][8]. 김치의 발효는 내염성의 젖산균 등이 중심이 되어 진행되지만 다른 여러 미생물도 많이 관여하고 있다. 발효가 적당히 진행되어 알맞게 숙성된 김치는 낮은 온도에 보관하여 발효를 가능한 저지시키는 것이 좋으며, 그것이 최고의 김치 맛을 오래 유지시키는 방법으로 알려져 있으며, 발효가 너무 진행되면 유기산이 너무 많이 생성되어 김치가 시게 되고 김치가 너무 연하게 되어 질감이 좋지 않다[9][10].

또한 김치의 발효와 맛은 김치의 재료와 제조 방법, 보관온도는 물론 저장 용기에 의해서도 크게 좌우되는 것으로 알려져 있다. 김치를 시지 않게 하는 용기의 밀폐성과 용기 표면이 김치와 직접 접촉 하는데 따른 위생성 등을 감안 한다면 김치 저장 용기의 기술은 온도 조절 기술만큼이나 중요하다고 할 수 있다[5].

예로부터 김치를 포함하여 많은 발효 식품들의 저장 용기로는 용기가 사용 되어 왔다. 용기는 특수한 기공

구조를 갖고 있는데, 그 기공 구조를 통한 기체 투과성으로 인해 오랜 기간 발효와 숙성 단계를 거치는 동안 유용균의 발효에 최적의 조건을 유지해 줌으로써 김치를 비롯한 발효식품들의 품질을 우수하게 유지해주는 것으로 알려져 있다[11]. 그러나 용기는 무겁고, 깨지기 쉬운 단점과 주거공간의 서구화로 인하여 플라스틱, 김치냉장고용 용기(polypropylene), 스테인레스스틸, 알루미늄이나 그리고 유리 용기 등으로 대체되어 왔다[12]. 또한 김치를 비롯한 발효식품의 상품화가 이루어지면서 저장용기로 용기보다는 가볍고 편리한 플라스틱 용기 등의 사용이 늘어난 것으로 생각된다.

김치 발효 및 저장 용기는 미생물학적 측면에서 김치의 품질과 발효 과정에 큰 영향을 줄 수 있다. 즉, 김치는 저온에서 숙성·저장시키는 과정을 거치므로 젖산균과 같은 유용 미생물의 증식과 그 대사산물이 용기의 재질적 특성과 통기성에 영향을 미칠 수 있다[13].

본 연구는 김치의 저온 발효 및 저장 중 품질을 최적화할 수 있는 조건 중의 하나로 개발된 김치저장 용기의 활용 가능성을 알아보기 위하여 진행되었다. 먼저 선행 연구에서 천연 자생식물을 항균 소재로 선발하고 그 추출물을 첨가한 식품 저장 용기를 개발하여 항균활성을 비교하였다[14]. Woo 등[15]이 개발한 저장용기에 저장된 김치의 이화학적인 변화 특성을 살펴본 결과, 개발된 저장용기에 저장된 김치는 장기간 pH와 산도, 염도가 유지되었으며, Vit C의 잔존율이 시판용기보다 높게 유지되었다. 또한 환원당의 함량도 장기간 저장되는 동안 유지되어, 젖산발효의 속도를 유지시켜 주어, 저장기간의 연장과 품질 유지가 가능하였으며, 김치 저장중 경도가 높게 유지되어, 시판용기에 저장된 김치에 비하여 연부현상도 지연되는 것으로 나타나 개발된 용기 김치를 저온에서 저장할 시 이화학적 품질을 유지시켜 김치의 품질을 장기간 유지할 수 있는 것으로 판단되었다.

이를 바탕으로 본 연구에서는 개발된 항균 소재 용기와 기존의 저장 용기에 김치를 저장하면서 김치의 미생물학적 변화와 관능적 품질 특성을 비교 실험함으로써 용기별 저장 중 특성 비교는 물론 개발된 저장 용기의 활용 가능성을 알아보려고 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 김치의 제조 및 저장조건

본 실험에 사용된 배추는 가을 배추로 포기당 평균 2.5 kg 정도 크기의 것이며, 2017년 9월 아산시 소재 N마트에서 구입하여 사용하였다. 절임에 사용된 소금은 천일염(한여름눈꽃, (주) 샘표, 전남 신안)이며, 김치 담금 재료로서 고춧가루, 무, 쪽파, 마늘, 생강, 멸치액젓(남해안 멸치액젓, (주) 대상), 설탕(주 대상), 홍고추, 청고추, 찹쌀풀 등은 E마트에서 구입하였다. 김치의 제조방법 및 배합비는 아름다운 한국음식 300선[14]의 방법을 일부 변형하여 본 실험에 사용하였다. 배추는 약 12% 염수에서 12시간 절인후 [Table 1]과 같은 배합비로 김치를 제조하여 저장 실험에 사용하였다.

Table 1. Ingredients ratio of standardized Kimchi

Ingredients	Weight (%)
Cabbage	76.16
Salt	1.14
Radish	9.90
Green onion	6.09
Dried red pepper powder	3.05
Anchovy sorce	1.52
Sugar	0.99
Garic	3.76
Ginger	0.38
Total	100.00

실험에 사용된 배추김치는 총 15 kg을 생산하여 50일간 저장하면서 저장중의 발효 특성을 비교하였다. 실험에 사용된 저장 용기(1900×1500×700 mm)는 자생식물 소재를 첨가하여 개발된 용기와 시판용기를 비교군으로 사용하였다. 저장기간동안 5일간격으로 시료를 채취 후 분석하였기 때문에 각 시료별로 250±1.5 g 씩 담아 10개의 용기에 저장하였고, 총 40개 통의 김치시료는 1±1℃에서 저장하면서, 매 실험에 1개통 씩 무작위로 택해서 실험에 사용하였다.

실생활에서 일반적으로 사용되는 대형 용기에 비해 본 연구에서는 작은 저장 용기를 제작하여 실험에 사용한 이유는 용기의 항균효과를 균일하게 작용시키기 위함이었다. 즉 용기 표면에 접촉하는 김치시료의 양을 최대한으로 하였다. 대형 용기에 저장할 경우, 내부에 저장되어 있는 김치 시료와 용기 표면에 근접한 시료간의 실험적 오차가 있을 것으로 판단되어, 대회 실험에

사용되는 김치의 양을 나누어 용기에 저장하면서, 미생 물적 변화를 측정하였다.

2. 저장 용기의 종류

실험에 사용된 저장 용기는 자생식물의 추출물을 첨가하여 개발된 용기(KAPP)와 기존 시판 용기로서 폴리프로필렌 용기(KPP), 스테인레스스틸 용기(KST), 포세린 용기(KPC)로 총 4가지를 사용하였다. 자생식물 추출물을 첨가한 용기는 선행연구[15][16]에서 개발된 것으로 항균활성과 열 안정성이 우수한 어성초, 유근피, 솔잎, 녹차, 황련의 추출물을 첨가하여 제조하였다. 즉, 어성초, 유근피, 연교, 솔잎, 황련 추출물이 식중독 원인균 5종인 *L. monocytogenes*, *S. enterica*, *B. cereus*, *S. aureus*, *E. coli*에 대하여 항균활성이 높아, 저장용기의 항균소재로 선발하여, 자생식물 5종의 추출물을 폴리프로필렌 용기 제조 시 5%로 혼합하여 항균 용기를 제작(KAPP)하여 실험에 사용하였다[Figure 1].

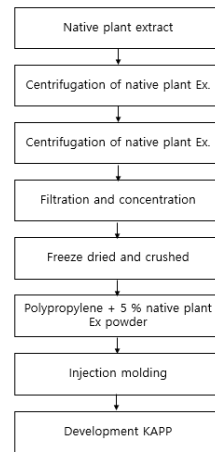


Figure 1. Development of antimicrobial container

3. 총 균수 및 대장균군수 측정

김치시료는 4가지의 저장 용기에 50일간 저장하면서, 5일마다 채취하여 김치의 총 균수와 대장균군수의 변화 특성을 비교 관찰하였다. 김치는 각각의 용기에서

30 g 씩 채취하여 hand blender로 마쇄한 뒤 3겹의 거즈로 걸러내어 시료로 사용하였다. 시료 1 mL를 취하여 멸균된 0.83 % 생리식염수 9 mL에 접종하여 단계별로 희석한 후 일반세균 측정용 배지(3M petrifilm™ plate, 3M Inc., USA)를 이용하여 희석액 1 mL를 배지 중앙에 접종한 다음 누름판으로 시료를 눌러 원형으로 만든 후 젤화 시켰다. 35 °C에서 48 시간 배양한 후 형성된 colony수를 계수하고 동일한 방법으로 계수시험을 2번 반복하여 평균치를 산출하는 방법으로 총균수를 측정하였다[17].

김치 시료의 대장균군수는 단계별로 희석한 용액 1 mL씩을 무균적으로 대장균/대장균군 측정용 배지(3M petrifilm™ plate, 3M Inc., USA)에 분주하고 젤화시킨 후 35±1 °C에서 24±2시간 배양한 후 균수를 산출하였다. 동일한 방법으로 계수시험을 2번 반복하여 평균치를 산출하였다[17].

4. *Leuconostoc* spp와 *Lactobacillus* spp. 측정

유산균의 변화는 선행연구를 참고하여 김치의 신맛과 탄산 맛을 내고 김치의 숙성에 관여하는 유산균인 *Leuconostoc* spp.과 *Lactobacillus* spp.의 측정으로 비교 분석하였다[18]. 배추김치는 50일간 저장하면서 5일간격으로 시료를 채취하여 측정하였다. *Leuconostoc* spp.과 *Lactobacillus* spp.은 dextran의 생성에 의해 큰 colony를 형성함으로써 계수가 용이하도록 하기 위하여 탄소원으로 dextrose를 첨가한 MRS Agar에 0.002% bromophenol blue를 첨가하였다. 균수의 측정은 배지에 총균수 실험과 같게 희석한 시료를 0.1 mL 도말하여, *Leuconostoc* spp.은 20 °C에서 5 일간 *Lactobacillus* spp.은 30 °C에서 2 일간 평판 배양하여 colony를 계수하고 여기에 희석배수를 곱해서 시료 mL당의 균수로 나타내었다.

Leuconostoc spp.은 전체적으로 암청색으로 환이 나타나지 않는 집락으로, *Lactobacillus* spp.은 전체적으로 담청색 혹은 흰색인 것으로 구분하였다.

5. 관능검사

관능검사에 사용한 김치는 김치의 최적숙기인 40일째의 저장 김치를 사용하였다. 관능검사원은 23세~26

세의 호서대학교 식품공학 전공 남학생 5명, 여학생 5명을 관능검사원으로 각각 선발하고 사전에 관능검사에 대한 훈련을 시킨후에 실시하였다. 관능검사 항목은 붉은 정도, 숙성 정도와 같은 외관(Appearance), 냄새(odor; 신내, 군덕내), 맛(taste; 단맛, 신맛, 감칠맛, 탄산미, 전체적인 맛), 조직감(texture; 단단한 정도, 질긴 정도, 아삭아삭한 정도), 전반적인 기호도(overall preference)이며, 7점법(7-point scale)을 이용하여 평가하였다. 시료를 1회용 흰색 폴리에틸렌 접시에 각각 20 g씩 나누어 담았으며, 한 개의 시료를 먹고 난 다음 물로 헹군 뒤 평가하도록 하였다. 동반 식품으로 밥을 함께 제공하였다.

6. 통계분석

각 시료로부터 얻은 실험 결과의 통계분석은 IBM SPSS(ver.19.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 각 실험군 간 평균과 표준편차를 계산하였다. 각 실험군 간 유의성 검정은 Duncan's multiple range test를 사용해 처리하였다(p<0.05).

III. 결과 및 고찰

김치는 발효과정에서 다양한 미생물의 증식과 사멸이 연속적으로 일어난다[19][20]. 김치는 자체의 호기성 미생물들에 의해 김치 중의 산소가 제거되어 내염성 젖산균들이 자라나게 되고, 그 젖산균들의 생성으로 인해 호기성균은 사멸하게 된다. 또한 이들 젖산균도 어느 정도 자라고 나면 자체 생산된 산에 의해 사멸되는데, 그렇게 되면 김치는 시어지고 효모나 곰팡이 등에 의해 변색되며 군덕내를 생성하게 된다[21]. 우리나라의 전통적인 김치 발효 과정 중에서 초기에 우점하는 미생물로서 *Leuconostoc* 속이 다수 보고된 바 있으며[22], 이것은 젖산과 CO₂를 많이 생성하여 국물을 산성으로 만들고 혐기상태로 해줌으로써 호기성균의 생육을 억제한다. 발효 후기에는 *Lactobacillus* 속이 증식하고 젖산균의 증가 정도와 환원당 함량과 가장 관련이 높은 것으로 보고되었다[23]. 제조된 김치를 50일간 저장하면서 저장 용기에 따른 김치의 미생물 특성의 차

이가 생기는지 알아보기 위해 총 균수와 대장균군수, *Leuconostoc* spp. 수와 *Lactobacillus* spp. 수를 측정 한 결과는 다음과 같다.

1. 저장용기의 종류에 따른 총 균수 변화

저장용기를 달리하여 저장한 김치의 총 균수 변화는 [Table 2]와 같다. 김치 발효 중 총 균수는 발효 초기에 급증하여 적숙기에 최대가 된다[8]. 본 실험에서도 네 가지 용기 모두 저장 초기에 급격한 균수의 증가를 보였으며, 총 균수의 증가와 감소 양상이 비슷하게 나타났다. 단 KAPP 용기에 저장된 김치의 총 균수가 나머지 3개의 시판 용기보다 낮은 증가를 보였다. 이는 KAPP 용기의 항균력 때문이라고 볼 수 있겠다. 따라서 KAPP의 용기의 경우가 김치의 숙성을 늦춤으로써 김치의 저장에 효과가 있는 것으로 판단된다. 단 김치에 존재하는 미생물이 약 200여 가지로 다양한 미생물에 대한 제어와 저장 중 발효에 의해 항상 같은 저장 조건을 유지하고 있는가에 대한 깊이 있는 후속 연구가 필요할 것이다.

2. 저장용기의 종류에 따른 대장균군수 변화

김치의 저장 중 대장균군수의 변화는 [Table 3]과 같다. 대장균군은 김치의 숙성 중 pH의 감소, 산도의 증가로 인해 대장균군의 생육이 억제되어 감소하다고 하였는데[24] 본 실험에서도 저장 초기에 급격하게 증가하여 저장 15 일째 4가지 시료 모두 5.54~5.81 logCFU/mL 범위로 가장 최대치로 측정되었으나 이후 모든 저장용기에서 대장균군수는 감소하는 경향을 보였다. 특히 KAPP 용기에 저장된 김치는 다른 용기에 저장된 김치와 비교해 볼 때 저장 50일째 1.78 logCFU/mL로 가장 낮은 수치로 측정되었으며, 다음으로는 KPC, KPP, KST의 순으로 낮게 나타났다. 이러한 결과는 역시 KAPP 용기의 항균특성과 이후 젖산균 수의 증가가 적절하게 이루어진 것으로 예상된다.

3. 저장용기의 종류에 따른 *Leuconostoc* spp.

수와 *Lactobacillus* spp. 수 변화

저장 용기별 김치의 발효 숙성 중 *Leuconostoc* spp.

수와 *Lactobacillus* spp. 수의 변화는 각각 [Table 4][Table 5]와 같다. 김치의 숙성은 미생물의 작용에 의해서 시작된다. 김치 내 젖산균은 *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis* 등의 hetero형 발효 젖산균과 *Lactobacillus plantarum*과 같은 homo형 발효 젖산균이 주류를 이룬다[25]. 김치 발효초기에는 *Leuconostoc mesenteroides*가 발효에 관여하고, 뒤이어 *Lactobacillus plantarum* 및 *Lactobacillus brevis* 등에 의해 발효 및 숙성이 진행되는 것으로 알려져 있다. *Leuconostoc mesenteroides*는 초기에 많이 번식하는데 번식과 동시에 젖산과 CO₂를 생성하여 김치 내용물을 산성화 및 혐기상태로 해주어 호기성균의 생육을 억제하여 줌으로써 김치가 시어지는 것을 막고 김치의 맛있는 맛이 지속될 수 있게 하는 중요한 역할을 한다[21].

초기 *Leuconostoc* spp.의 수는 3.98 logCFU/mL 이었고 저장 15일까지 4가지 저장 용기에서 모두 급격한 증가를 보인 후 감소하는 경향을 나타내었다. 저장 45일째의 같은 기간에 KAPP 용기에 저장된 김치는 *Leuconostoc* spp.의 수가 6.66 logCFU/mL로 유지되었는데 이는 저장 중 김치 발효 초기 미생물이 유지되는 것이므로, 숙성 속도를 지연시켜 저장기간을 연장시킬 것으로 보여진다. *Lactobacillus* spp. 역시 *Leuconostoc* spp.과 같이 저장기간이 길어질수록 즉 김치가 숙성되면서 증가하였다. Lee EJ 등[17]의 연구에서도 *Lactobacillus* spp.과 *Leuconostoc* spp.은 김치의 신맛과 탄산 맛을 내고 김치의 숙성에 관여하는 유산균으로서 저장 중 모두 증가한다고 보고하였다. 특히 KAPP 용기에 저장된 김치의 *Lactobacillus* spp. 수는 마지막 저장일인 50 일차에도 7.99 logCFU/ml로 나머지 3가지 저장 용기에 비해 높은 수준을 유지하는 것으로 측정되었다. 젖산균은 김치의 당을 젖산으로 바꾸어 김치의 맛을 산뜻하게 해주고 유해균을 사멸시켜 저장성과 위생성을 부여한다. 또한 저장기간이 증가할수록 젖산균의 증가가 산도를 높이는 원인이 된다[21][26]. 시판 용기는 발효가 진행되면서 젖산균의 생육이 활발해져, 젖산균이 생성하는 각종 유기산에 의해 미생물의 증식이 억제되므로 발효 후기에 미생물의 수가 감소한다.

김치의 주된 젖산균인 *Leuconostoc* spp.는 초기에 중간 정도의 소금농도(1.5~3.0 %)에서 활발하게 생육

하면서 각종 유기산과 탄산가스 등을 생성하여 김치의 발효 환경을 산성 및 혐기성 조건으로 변화시키고 이어서 *Lactobacillus* spp. 등이 번식하면서 김치 발효에 적극적으로 관여하게 되는데 발효 초기 일부를 제외하고 발효 전 기간에 있어서 김치의 숙성과 산패에 많은 영향을 준다[3].

저장 용기별 김치의 젖산균수 변화를 살펴보았을 때, KAPP 용기에 보관하는 것이 시판 KPP, KST, KPC 용기에 비해 *Leuconostoc* spp.과 *Lactobacillus* spp.의 균수가 많아 맛있는 김치로 숙성할 것으로 보여진다.

4. 저장용기의 종류에 따른 관능적 특성과 기호도의 변화

자생식물 소재를 이용하여 개발된 저장용기와 시판 저장용기에 저장한 김치를 붉은 정도, 숙성 정도와 같은 외관(appearance), 냄새(odor; 신내, 군덕내), 맛(taste; 단맛, 신맛, 감칠맛, 탄산미, 전체적인 맛), 조직감(texture; 단단한 정도, 질긴 정도, 아삭아삭한 정도), 전반적인 기호도(overall preference) 5가지 항목으로 검사하였다.

Table 2. Changes in total microbial cell counts of during storage in Kimchi (단위 : logCFU/mL)

Container \ Days	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
KAPP	6.16 ±0.11 ^a	6.45 ±0.23 ^a	6.48 ±0.00 ^a	7.10 ±0.14 ^b	7.50 ±0.28 ^a	7.76 ±0.08 ^a	8.16 ±0.23 ^a	8.04 ±0.27 ^b	7.98 ±0.04 ^a	8.60 ±0.03 ^a	7.99 ±0.03 ^b
KPP	6.16 ±0.11 ^a	6.57 ±0.24 ^a	6.70 ±0.00 ^a	8.15 ±0.21 ^a	7.93 ±0.32 ^a	8.42 ±0.17 ^b	8.79 ±0.10 ^b	8.53 ±0.03 ^a	8.23 ±0.11 ^b	8.41 ±0.10 ^a	8.66 ±0.06 ^d
KST	6.16 ±0.11 ^a	6.70 ±0.00 ^a	7.00 ±0.00 ^a	8.35 ±0.49 ^a	8.69 ±0.13 ^b	8.94 ±0.08 ^c	8.85 ±0.05 ^b	8.60 ±0.09 ^c	8.61 ±0.06 ^c	8.09 ±0.86 ^a	8.39 ±0.13 ^c
KPC	6.16 ±0.11 ^a	6.50 ±0.28 ^a	7.30 ±0.00 ^a	7.60 ±0.42 ^{ab}	7.63 ±0.21 ^a	7.97 ±0.10 ^a	8.30 ±0.06 ^a	8.14 ±0.01 ^{ab}	7.93 ±0.06 ^a	7.79 ±0.05 ^a	7.65 ±0.04 ^a

KAPP : Kimchi stored in antimicrobial polypropylene container
 KPP : Kimchi stored in polypropylene container
 KST : Kimchi stored in stainless steel container
 KPC : Kimchi stored in porcelain container
 abcd : Significantly different by t-test(p<0.05) in column

Table 3. Changes in coliform group of during storage in Kimchi (단위 : logCFU/mL)

Container \ Days	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
KAPP	3.15 ±0.05 ^a	4.34 ±0.10 ^{ab}	5.63 ±0.04 ^b	5.75 ±0.14 ^a	4.48 ±0.25 ^a	4.65 ±0.07 ^a	4.07 ±0.16 ^a	3.76 ±0.03 ^a	3.54 ±0.34 ^a	3.09 ±0.13 ^a	1.78 ±0.11 ^b
KPP	3.15 ±0.05 ^a	4.28 ±0.18 ^{ab}	5.15 ±0.21 ^a	5.81 ±0.10 ^a	4.95 ±0.35 ^a	5.01 ±0.01 ^b	4.39 ±0.09 ^{ab}	4.07 ±0.27 ^a	4.00 ±0.06 ^a	3.45 ±0.06 ^a	3.02 ±0.03 ^a
KST	3.15 ±0.05 ^a	4.56 ±0.05 ^b	5.39 ±0.13 ^{ab}	5.68 ±0.04 ^a	4.65 ±0.07 ^a	5.00 ±0.09 ^b	4.51 ±0.02 ^b	4.14 ±0.29 ^a	3.97 ±0.16 ^a	3.59 ±0.16 ^a	3.27 ±0.01 ^a
KPC	3.15 ±0.05 ^a	4.06 ±0.25 ^a	4.70 ±0.00 ^c	5.54 ±0.08 ^a	4.93 ±0.04 ^a	4.80 ±0.06 ^a	4.28 ±0.14 ^{ab}	3.87 ±0.18 ^a	3.74 ±0.06 ^a	3.25 ±0.30 ^a	2.15 ±0.21 ^c

The abbreviation is as in the table above
 abcd : Significantly different by t-test(p<0.05) in column

Table 4. Changes in *Leuconostoc* spp. of during storage in Kimchi (단위 : logCFU/mL)

Container \ Days	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
KAPP	3.98 ±0.04 ^a	5.29 ±0.25 ^a	6.05 ±0.03 ^a	7.15 ±0.09 ^a	7.00 ±0.07 ^a	6.88 ±0.04 ^c	6.69 ±0.00 ^c	6.65 ±0.11 ^a	6.70 ±0.12 ^d	6.66 ±0.06 ^d	6.64 ±0.02 ^c
KPP	3.98 ±0.04 ^a	4.82 ±0.13 ^b	5.91 ±0.04 ^a	6.09 ±0.06 ^b	6.44 ±0.04 ^b	6.27 ±0.05 ^a	6.23 ±0.06 ^{ab}	6.00 ±0.09 ^b	5.90 ±0.02 ^b	5.77 ±0.03 ^b	5.69 ±0.09 ^a
KST	3.98 ±0.04 ^a	4.70 ±0.08 ^b	5.54 ±0.07 ^b	6.88 ±0.06 ^c	6.32 ±0.18 ^b	6.17 ±0.12 ^a	6.03 ±0.04 ^b	5.90 ±0.27 ^b	5.62 ±0.01 ^a	5.33 ±0.01 ^a	5.17 ±0.18 ^b
KPC	3.98 ±0.04 ^a	4.95 ±0.01 ^a	5.59 ±0.18 ^b	7.07 ±0.08 ^{ab}	6.79 ±0.07 ^a	6.63 ±0.02 ^b	6.57 ±0.25 ^{bc}	6.23 ±0.04 ^{ab}	6.17 ±0.06 ^c	5.96 ±0.03 ^c	5.88 ±0.08 ^a

The abbreviation is as in the table above
abcd : Significantly different by t-test(p<0.05) in column

Table 5. Changes in *Lactobacillus* spp. of during storage in Kimchi (단위 : logCFU/mL)

Container \ Days	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
KAPP	4.02 ±0.03 ^a	4.39 ±0.13 ^b	5.02 ±0.03 ^b	5.00 ±0.00 ^a	6.15 ±0.21 ^a	6.52 ±0.01 ^c	7.52 ±0.11 ^a	7.72 ±0.02 ^c	7.54 ±0.04 ^a	8.06 ±0.03 ^c	7.99 ±0.03 ^d
KPP	4.02 ±0.03 ^a	4.15 ±0.21 ^{ab}	4.80 ±0.14 ^{ab}	5.15 ±0.21 ^{ab}	6.68 ±1.25 ^a	6.99 ±0.08 ^{ab}	7.47 ±0.04 ^a	7.35 ±0.11 ^b	6.90 ±0.01 ^b	6.82 ±0.04 ^a	6.66 ±0.06 ^b
KST	4.02 ±0.03 ^a	4.00 ±0.00 ^a	4.69 ±0.13 ^a	5.39 ±0.13 ^b	6.35 ±0.56 ^a	6.81 ±0.05 ^a	7.39 ±0.21 ^a	7.12 ±0.04 ^a	6.67 ±0.11 ^b	6.59 ±0.16 ^a	6.39 ±0.13 ^a
KPC	4.02 ±0.03 ^a	4.35 ±0.04 ^{ab}	4.93 ±0.04 ^{ab}	5.25 ±0.10 ^{ab}	6.09 ±0.13 ^a	6.96 ±0.08 ^b	7.55 ±0.12 ^a	7.26 ±0.08 ^{ab}	7.28 ±0.20 ^a	7.79 ±0.05 ^d	7.65 ±0.04 ^c

The abbreviation is as in the table above
abcd : Significantly different by t-test(p<0.05) in column

Table 6. Sensory evaluation of Kimchi in various containers

Sensory characteristics \ Container*	appearance	odor	taste	texture	overall preference
KAPP*	6.00 ±0.94 ^b	4.30 ±1.42 ^a	3.30 ±1.48 ^a	5.00 ±1.63 ^a	4.60 ±1.65 ^a
KPP	3.90 ±1.91 ^a	3.70 ±1.57 ^a	3.10 ±2.23 ^a	5.10 ±1.45 ^a	3.50 ±1.96 ^a
KST	3.40 ±1.43 ^a	3.40 ±1.78 ^a	3.20 ±1.95 ^a	5.00 ±1.76 ^a	3.90 ±1.66 ^a
KPC	5.50 ±1.18 ^b	4.30 ±2.00 ^a	3.40 ±1.65 ^a	5.90 ±1.45 ^a	4.00 ±2.00 ^a

The abbreviation is as in the table above
abcd : Significantly different by t-test(p<0.05) in column

김치의 최적숙기인 저장 40일의 김치를 관능 검사한 결과[Table 6][Fig. 2], KAPP 용기에 저장된 김치가 시판 KPP, KST, KPC 용기의 김치에 비하여 전반적으로 외관, 냄새, 맛 및 전반적인 기호도 항목에서 관능적인 점수가 높았다.

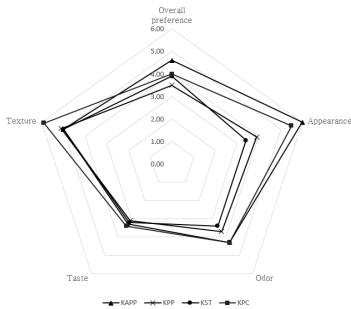


Figure 2. Sensory evaluation of Kimchi in various containers
The abbreviation is as in the table above

IV. 결론

김치 발효 및 저장 용기는 미생물학적 측면에서 김치의 품질과 발효 과정에 큰 영향을 줄 수 있다. 본 연구는 김치의 저온 발효 및 저장 중 품질을 최적화할 수 있는 조건 중의 하나로 김치 저장 용기의 개발과 활용 가능성을 알아보기 위하여 진행되었다. 먼저 선행 연구에서 천연 자생식물을 항균 소재로 이용하여 그 추출물을 첨가한 식품 저장용기를 개발하였고, 개발된 항균 소재 용기와 기존의 저장 용기에 김치를 저장하면서 미생물학적 특성과 관능적 특성을 비교 실험함으로써 용기별 특성 비교는 물론 개발된 항균 용기의 활용 가능성을 알아보려고 하였다. 실험에 사용된 저장용기는 선행연구를 통해 개발된 항균 용기(KAPP)와 기존 시판 용기로서 폴리프로필렌 용기(KPP), 스테인레스 스틸 용기(KST), 포세린 용기(KPC)를 포함하여 총 4 가지였다.

1. 총균수 측정 결과, 저장 초기에 급격한 균수의 증가를 보였으며 이후 감소하였는데, KAPP 용기에 저장된 김치의 총균수가 나머지 3개의 시판 용기보다 낮은 증가를 보였다. 이는 KAPP 용기의 항균력 때문으로 이처럼 KAPP 용기가 김치의 숙성을 늦춤으로써 김치의

저장에 효과가 있는 것으로 판단되었다.

2. 대장균균수는 저장 초기에 급격하게 증가하여 저장 15 일째 4가지 시료 모두 5.54~5.81 logCFU/mL 범위로 가장 최대치로 측정되었으나 이후 모든 저장용기에서 대장균균수는 감소하는 경향을 보였다. 특히 KAPP 용기에 저장된 김치는 다른 용기에 저장된 김치와 비교해 볼 때 저장 50일째 1.78 logCFU/mL로 가장 낮은 수치로 측정되었는데, 이 결과 역시 KAPP 용기의 항균특성과 이후 젖산균 수의 증가가 적절하게 이루어진 것으로 판단된다.

3. 초기 *Leuconostoc* spp.의 수는 3.98 logCFU/mL 이었고 저장 15일까지 4가지 저장 용기에서 모두 급격한 증가를 보인 후 감소하는 경향을 나타내었다. 저장 45일째의 같은 기간에 KAPP 용기에 저장된 김치는 *Leuconostoc* spp.의 수가 6.66 logCFU/mL로 유지되었는데 이는 저장 중 김치 발효 초기 미생물이 유지되는 것이므로, 숙성 속도를 지연시켜 저장기간을 연장시킬 것으로 보여진다.

Lactobacillus spp. 도 저장기간이 길어질수록 즉 김치가 숙성되면서 증가하였는데 특히 KAPP 용기에 저장된 김치의 *Lactobacillus* spp. 수는 마지막 저장일인 50일차에도 7.99 logCFU/mL로 나머지 시판 용기에 비해 높은 수준을 유지하는 것으로 측정되었다.

4. 김치의 최적숙기인 저장 40일의 김치를 관능 검사한 결과 KAPP 용기에 저장된 김치가 시판 KPP, KST, KPC 용기의 김치에 비하여 전반적으로 외관, 냄새, 맛 및 전반적인 기호도 항목에서 관능적인 점수가 높았다.

이상의 결과 자생식물의 추출물을 첨가하여 개발된 저장 용기는 시판 저장 용기와 비교했을 때 젖산발효에 효과적이며, 유익하지 않은 균에 대한 항균 효과가 우수하여, 김치의 저장기간을 연장시킴으로써 김치의 저장에 활용 가능한 용기로 판단된다.

본 연구에서는 김치 저장 실험의 오차를 최소화 하기 위해 저장일수에 맞추어 소량씩 소분하여 저장하였기에 미생물 발효 양상을 관찰하는데 한계가 있었다. 향후 다양한 크기의 용기로 개발하여 미생물 발효 양상을 살펴보고 용도에 따른 저장성 평가가 이루어져야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] H. W. Kang, "Characteristics of Kimchi added with anchovy sauce from heat and non-heat treatments," *The Korean Journal of Culinary Research*, Vol.19, No.5, pp.49-58, 2013.
- [2] J. H. Lee, K. T. Lee, and M. R. Kim, "Effect of gamma-irradiated red pepper powder on the chemical and volatile characteristics of kakkugi, a Korean traditional fermented radish Kimchi," *J Food Sci*, Vol.70, No.7, pp.441-447, 2005.
- [3] H. S. Choi, *Kimchi culture and dietary life in Korea*, Hyoil Pub, 2002.
- [4] H. G. Lee, "A study on kimchi, or korean traditional dishes, culture," *Asian Comparative Folklore*, Vol.18, pp.85-99, 2002.
- [5] E. W. Lee, *Fermentation properties of winter kimchi stored under various storage modes in the kimchi refrigerator*, MS Thesis Pusan National University, pp.55-56, 2012.
- [6] J. W. Lim, J. S. Moon, H. D. Kim, D. J. Na, and J. Y. Son, "Changes quality characteristics of kimchi by storage containers," *Korean J Food & Nutr*, Vol.17, No.1, pp.80-85, 2004.
- [7] S. Y. Lim, H. R. Lee, and J. M. Lee, "Quality changes of nabak kimchi during storage with different levels of fermentation," *Korean J Food cul*, Vol.20, No.4, pp.468-475, 2005.
- [8] S. H. Lee, J. S. Choi, K. N. Park, Y. S. Im, and W. J. Choi, "Effects of Pruns mume Sie. extract on growth of lactic acid bacteria isolated from kimchi and preservation of kimchi," *Korean J Food Preserv*, Vol.9, No.3, pp.233-239, 2002.
- [9] H. J. Chung, H. R. Kim, and M. J. Yoo, "Changes in texture and sensory properties of low-temperature and long-term fermented Baechu kimchi during the fermentation," *Korean J Food Cul*, Vol.20, No.4, pp.426-432, 2005.
- [10] H. S. Kim, "The effect storage method and duration on the physicochemical characteristics and consumer acceptance of kimchi," *Korean J Food Cul*, Vol.17, No.5, pp.638-645, 2002.
- [11] G. H. Seo, S. K. Chung, D. S. An, and D. S. Lee, "Effect of fermentation vessel on quality of anchovy soy sauce," *Korean J Food Preserv*, Vol.11, No.2, pp.233-239, 2005.
- [12] K. I. Han, M. J. Kim, H. J. Kwon, Y. H. Kim, W. J. Kim, and M. D. Han, "The effect of container types on the growth of bacteria during kimch in fermentation," *Korean J Food & Nutr*, Vol.26, No.2, pp.249-257, 2013.
- [13] S. K. Chung, K. S. Lee, and S. H. Cho, "Effect of fermentation vessel on quality of anchovy soy sauce," *Korean J. Food Preserv*, Vol.11, No.2, pp.233-239, 2004.
- [14] (사)한국전통음식연구소, *아름다운한국음식 300선*, 도서출판 질서루, 2008.
- [15] N. Woo, H. S. Lee, and S. H. Ko, "Antimicrobial activities of native plant extracts and development of antibacterial container with extracts," *J East Asian Soc Dietary Life*, Vol.28, No.3, pp.231-238, 2018.
- [16] N. Woo, H. S. Lee, and S. H. Ko, "Comparison of Physicochemical Properties of Kimchi according to Storage Containers," *J East Asian Soc Dietary Life*, Vol.28, No.4, pp.247-257, 2018.
- [17] Y. S. Kwak, J. K. Chang, and K. S. Lee, "Bacterial counts in ginseng products by dry rehydratable film method," *J Fd Hyg Safety*, Vol.10, No.1, pp.41-43, 1995.
- [18] E. J. Lee, S. E. Park, H. S. Choi, G. J. Han, S. A. Kang, and K. Y. Park, "Quality characteristics of kimchi fermented in permeability-controlled polyethylene containers," *Korean J Food Preserv*, Vol.17, No.6, pp.793-799, 2010.
- [19] S. Y. Lim, *Quality changes of Nabak kimchi during storage with different levels of fermentation*, MS Thesis Ewha woman's University, pp.41-45, 2005.
- [20] J. S. Jo, "The Kimchi," *J Microbiol Biotechnol*, Vol.1 pp.13-28, 1988.
- [21] 조재선, *김치의 연구*, 유림문화사, 2000.
- [22] T. I. Min and T. W. Kwon, "Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation," *Korean J Food Sci Technol*, Vol.16, No.4, pp.443-450, 1984.

- [23] C. R. Lim, H. K. Park, and H. U. Han, "Reevaluation of isolation and identification of gram-positive bacteria in kimchi," Kor J. Microbio, Vol.27, No.4, pp.404-414, 1989.
- [24] Y. R. Choi, *Microbiota profiles of manufactured-kimchi depending on fermentation and growth inhibition of film-forming yeasts by kimchi lactic acid bacteria*, MS Thesis Chosun University, Gwangju, 2011.
- [25] T. E. Kim, *Development of Deoduk kimchi recipe for the industrial production and its fermentation characteristics*, MS Thesis Pusan National University, Pusan, 2010.
- [26] J. G. Kim and J. S. Yoon, "Changes of index microorganisms and lactic acid bacterial of Korean fermented vegetables(kimchi) during the ripening and fermentation- Part 1," Kor J Env Health Sci, Vol.31, No.1, pp.79-85, 2005.

고 성 희(Seonghee Ko)

정회원



- 1993년 2월 : 성신여자대학교 식품영양학과(가정학사)
- 1995년 2월 : 성신여자대학교 식품영양학과(생활과학 석사)
- 2003년 2월 : 성신여자대학교 식품영양학과(이학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 성신여자대학

교 식품영양학과 교수

〈관심분야〉 : 급식관리 및 조리, 식문화

저 자 소 개

우 나리아(Nariyah Woo)

정회원



- 1993년 2월 : 호서대학교 식품영양학과(이학사)
- 1995년 2월 : 성신여자대학교 식품영양학과(생활과학 석사)
- 2002년 2월 : 성신여자대학교 식품영양학과(이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 호서대학교

식품공학과 교수

〈관심분야〉 : 식품화학, 식품위생학

이 혜 란(Hye-Ran Lee)

정회원



- 1992년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과(이학사)
- 1994년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과(이학석사)
- 2005년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과(이학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 배화여자대학교

식품영양학과 교수

〈관심분야〉 : 식문화, 조리과학